

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2002-515650
(P2002-515650A)

(43) 公表日 平成14年5月28日 (2002.5.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
H 0 1 L 21/66		H 0 1 L 21/66	Z 4 M 1 0 6
21/02		21/02	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2000-548916(P2000-548916)
(86) (22) 出願日 平成11年5月4日 (1999.5.4)
(85) 翻訳文提出日 平成12年11月13日 (2000.11.13)
(86) 国際出願番号 PCT/US99/09933
(87) 国際公開番号 WO99/59200
(87) 国際公開日 平成11年11月18日 (1999.11.18)
(31) 優先権主張番号 09/075, 254
(32) 優先日 平成10年5月11日 (1998.5.11)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP, KR, SG

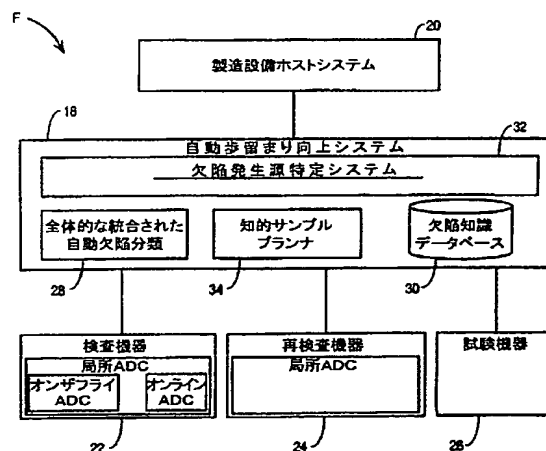
(71) 出願人 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
(72) 発明者 ラミー, パトリック, エイチ.
アメリカ合衆国, カリフォルニア州,
ロス ガトス, ゴルフ リンクス ドライヴ 14745
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 製造設備歩留まり向上システム

(57) 【要約】

歩留まり向上システムは、欠陥分類情報と属性情報を全体的分類体系に体系づける。製造設備Fの歩留まり向上システム18は、欠陥データと、製造設備ホスト20といくつかの製造設備機器22、24および26により生成されたその他の情報を処理する。欠陥知識データベース30は、処理機器と歩留まり向上システム18により生成される欠陥データを蓄積している。欠陥データベース30は既知の欠陥、特徴およびその発生源の参照データベースを提供する。自動欠陥発生源特定システム32は、IADCからの全情報と欠陥データベースを結びつける。特定システム32は、次に知的決定アルゴリズムをこの情報へ加え、欠陥の発生源を特定する。全体的クラスは、欠陥発生源の特定と検査および再検査計画の生成のために使用される。システムは、データベースに欠陥情報を蓄積し、情報を頻繁に洗練して分類割り当ておよび欠陥発生源特定の確度を向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体製造設備における欠陥分類方法であって、
ウェハ分析機器から欠陥に関する分類データを受け取る工程と、
前記ウェハ分析機器から欠陥に関する欠陥属性データを受け取る工程と、
前記分類データと欠陥属性データに基づき全体的分類を欠陥に割り当てる工程
と
を含む、欠陥分類方法。

【請求項 2】 前記割り当て工程が、全体的分類の少なくとも 1 つの属性を
製造施設からの歩留まりデータと比較する工程をさらに含む、請求項 1 に記載の
方法。

【請求項 3】 前記割り当て工程が、欠陥属性データを、データベースに格
納された属性データと比較する工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】 経験的な欠陥データに基づいて、信頼性レベルを全体的分類
に割り当てる工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】 前記割り当て工程が、全体的分類の属性を、欠陥に関連する
空間記号解析データと比較する工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】 全体的分類に基づいて、少なくとも 1 つの欠陥発生源と思わ
れるものを特定する工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】 ウェハ検査計画およびウェハ再検査計画の少なくとも 1 つの
ために、更新データを生成する工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】 ウェハ処理機器のための是正措置データを生成する工程をさ
らに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】 ウェハ処理機器のための確認操作を開始する工程をさらに含
む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】 半導体製造設備のための自動歩留まり向上システムであっ
て、
検査機器および再検査機器の少なくとも 1 つから欠陥分類データを受け取り、
そこから全体的欠陥分類を生成する全体的自動欠陥分類モジュールと、
様々なウェハ欠陥の特徴を格納する欠陥参照データベースと、

全体的欠陥分類と欠陥参照データベースからのデータを受け取り、そこから欠陥特定データと欠陥発生源データを決定する欠陥発生源特定モジュールとを備える自動歩留まり向上システム。

【請求項 1 1】 欠陥特定データを受け取り、それに基づいて全体的自動欠陥分類モジュールの操作パラメータを調整する、学習モジュールをさらに備える、請求項 1 0 に記載の自動歩留まり向上システム。

【請求項 1 2】 全体的欠陥分類を受け取り、検査機器および再検査機器の少なくとも 1 つに更新情報を送る学習モジュールをさらに備える、請求項 1 0 に記載の自動歩留まり向上システム。

【請求項 1 3】 全体的自動欠陥分類モジュール、欠陥参照データベース、および欠陥発生源特定モジュールの少なくとも 1 つからデータを受け取り、特定された欠陥を減少するために採られるべき、提案された調査および是正措置のチェックリストを提供する是正措置モジュールをさらに備える、請求項 1 0 に記載の自動歩留まり向上システム。

【請求項 1 4】 欠陥発生源データを受け取り、それに基づいて自己診断指示を製造設備の処理装置に送る、装置操作パラメータモジュールを更に備える、請求項 1 0 に記載の自動歩留まり向上システム。

【請求項 1 5】 検査機器と欠陥参照データベースからデータを受け取り、それに基づいて欠陥再検査サンプリング計画を生成する、サンプリングモジュールをさらに備える、請求項 1 0 に記載の自動歩留まり向上システム。

【請求項 1 6】 半導体製造設備におけるウェハ欠陥の発生源を特定する方法であり、検査機器および再検査機器からの欠陥属性データと分類データを受け取り、以下の操作を行う工程を含むウェハ欠陥の発生源を特定する方法であって、

前記工程は、

検査機器と再検査機器の分類が同じかどうかを調査し、同じであれば全体分類として分類を公表する、各欠陥の調査を行う工程と、

検査機器および再検査機器の分類が異なるとき、欠陥属性データを調査して欠陥の全体的分類を決定する工程と、

属性データと分類データが、欠陥分類にあらかじめ定義されている確実性につながらない場合、欠陥データベースを検索して欠陥の全体的分類を決定する工程と、

必要な場合に、全体的分類に基づいて検査機器および再検査機器の1つに信号を送り、分類パラメータを調整する工程とを含む方法。

【請求項17】 半導体製造設備におけるウェハ欠陥の発生源を特定する方法であって、

ウェハ分析機器から欠陥分類データを受け取る工程と、

全体的欠陥分類を生成する工程と、

様々なウェハ欠陥の特徴をデータベースに格納する工程と、

全体的欠陥分類から、欠陥特定データおよび欠陥発生源データを決定する工程と

を含むウェハ欠陥の発生源を特定する方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造システムに関し、より詳細にはウェハ欠陥の発生源を特定し、この情報を用いて製造設備の工程を制御するシステムに関する。

【０００２】

【従来の技術】

半導体製造には、半導体材料片（ウェハと称す）を加工して、ウェハ上にトランジスタ、レジスタおよびインダクタなどの電子回路を作成する工程が含まれる。これらの回路はウェハ上に材料を堆積し、半導体領域に他の元素をドーピングし、ウェハをエッチングすることにより形成される。これらの工程により、回路間の接続もまた作り出される。

【０００３】

ウェハは比較的大きいものであるが（たとえば直径数インチ）、回路は非常に小さい。たとえば最新技術の製造工程により、サブミクロン範囲内という特徴的サイズを持つ回路が生成される。その結果、製造システムの誤差許容値は非常に小さくなる。従って、製造工程におけるわずかの誤差でも、処理されたウェハにかなりの数の欠陥を生じる原因となり得る。

【０００４】

ウェハ生産工程における不良個数を低減する発明は、製造設備（“FAB”）のコストに釣り合うものである。最新技術の製造設備を建てるコストは、通常１０億ドルを越える。従って、この投資収益率が最大になるような高い製造設備歩留まりであることが必須である。

【０００５】

製造設備の歩留まり向上の必要は、ウェハ中の欠陥を特定する様々の機器の発達をもたらしてきた。いくつかの機器によって、製造設備のオペレータが目視でウェハ（またはウェハの表示）を検査して欠陥個所を特定することが可能となった。この種の典型的な機器には、光学検査システムと走査電子顕微鏡（SEM）が含まれる。その他の機器では、データ形式で欠陥情報が提供される。これら機

器には、欠陥データを分類するものがある。もしも類似の欠陥が同様の発生源から生じているのであれば、この手法によって製造設備オペレータは、より簡単に確実な欠陥の発生源を突き止めることが可能となる。

【0006】

つまり、従来の製造設備の機器は、製造設備における数多くの欠陥情報を提供することができる。しかしながら、これら機器の多くは情報を生成する以上のことはほとんどせず、データの区分け、分類および解釈はオペレータに任されている。従ってこのデータを解釈でき、かつそれを、オペレータが効率的に欠陥の発生源箇所を特定できるような方法でオペレータに提供する、製造設備歩留まり向上システムが必要とされる。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ウェハ上の欠陥の発生源を特定し、この情報を使用して製造工程を制御する、自動歩留まり向上システムを提供する。システムは製造設備内の機器から欠陥情報を収集し、欠陥分類の全体的なセットを作成する。システムは全製造工程にわたって、現在および以前の欠陥データに基づいて頻繁に更新および再分類する。欠陥分類情報とその他の製造設備データを使用して、システムは欠陥の発生源を自動的に特定し、また製造設備の検査および再検査機器が使用する分析手順を洗練する。さらに、システムは欠陥情報とその他の製造設備データを使用して、連続生産されるウェハ上に類似の欠陥が生じることを防ぐため、自動的に製造設備の工程機器の操作を調整することができる。

【0008】

全体的な分類の体系上、各欠陥はその特徴に従って分類される。好ましくは、これら特徴は欠陥の発生源もしくはその重大度と関連する。従来システムとは対照的に本発明により構成されるシステムは、そうでなければ互いに関係し得ないであろう様々な機器から発する欠陥情報に対し、単独の全体的分類体系を提供する。

【0009】

システムは分類データおよびその他の欠陥に関する情報を、欠陥データベース

スに格納する。この情報には分類識別子、欠陥発生源候補、および特定された候補が実際に欠陥発生源であることの相対的な信頼性レベルを表わすパラメータを含んで良い。さらにシステムは、光学再検査のデータ、SEM情報、および欠陥と関連付けられたウェハ欠陥マップを格納して良い。

【0010】

新しく欠陥の加工がなされると、欠陥に関する情報が欠陥データベース内の対応する情報と比較される。これらの分類は、欠陥情報や、ウェハ上に施された試験によって生成されるパラメータデータなど、製造設備からのその他の入力を基にして頻繁に洗練および更新される。

【0011】

欠陥発生源の特定のため、システムは歩留まり向上システムによって生成された分類データと製造設備の機器の製造供給元によって供給される欠陥発生源データを処理する。欠陥の潜在的発生源が一度特定されると、システムはこの情報を用いて、光学検査および再検査機器、SEMによる検査および再検査機器、その他の検査、再検査および測定の機器に対する、検査および再検査の計画を修正する。さらに、歩留まり向上システムによって制御され得る処理機器と欠陥発生源が関連しているとき、システムは自動的に処理機器を調整して、続いて製造されるウェハ内の欠陥を取り除く。

【0012】

蓄積されたデータに基づいて、欠陥情報と再検査機器の手順を頻繁に更新することにより、システムは従来のシステムよりも正確に欠陥発生源を特定することができる。さらに、製造設備の全機器から欠陥情報を統合することにより、システムは欠陥発生源をすばやく特定し、自動的に問題を訂正したり、あるいは製造設備のオペレータが解決することが可能となる。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明の特徴およびその他の特徴は、添付図面とともに、以下の説明および請求の範囲から明確に理解されるであろう。ここで、すべての記載にわたり、類似の参照文字は類似の要素を参照するものとする。

【0014】

図1において、製造設備Fの歩留まり向上システム18は、欠陥データと、製造設備ホスト20といくつかの製造設備機器22、24および26により生成されたその他の情報を処理する。製造設備ホストは、現在処理中のウェハについて情報を提供する処理作業中(WIP)データを生成する。検査機器22はウェハ欠陥マップを自動的に生成し、また随意的に欠陥の自動分類データとウェハ上の欠陥に関するその他の情報を生成する。欠陥の自動分類データには、たとえば分類されたウェハ欠陥マップ、欠陥クラスデータ、および欠陥の属性が含まれる。検査機器22は、たとえばカリフォルニア Applied Materials of Santa Claraから市販の「ORBOT WF 7xx」シリーズの、1つ以上の装置であつてもよい。再検査機器24は欠陥マップに従いウェハを再検査するために使用される。再検査機器24が使用される場合、再検査機器24は欠陥の画像を生成し、欠陥の自動分類データやその他の欠陥情報を追加的に提供する。再検査機器24は、たとえばカリフォルニア Applied Materials of Santa Claraから市販の「OPAL9300」欠陥再検査SEMであつてもよい。欠陥検査か再検査かに関わらず、試験機器26がウェハに電氣的試験を行なう。これらの試験は、ウェハ回路の実際に作動するパラメータに関する情報を生み出す。

【0015】

歩留まり向上システム18は、ウェハ欠陥の発生源を特定するために共働し、ウェハ検査工程を改良するいくつかの構成要素を含んでいる。統合自動欠陥分類(IADC)コンポーネント28は、機器によって提供される情報を全体的な分類体系へ統合する。そして、現在の製造工程に対し最善の欠陥分類割り当てを生成しようと、この情報を洗練する。

【0016】

欠陥知識データベース30は、処理機器と歩留まり向上システム18により生成される欠陥データを蓄積している。欠陥データベース30は既知の欠陥、特徴およびその発生源の参照データベースを提供する。

【0017】

自動欠陥発生源特定システム32は、IADCからの全情報と欠陥データベー

スを結びつける。特定システム 3 2 は、次に知的決定アルゴリズムをこの情報へ加え、欠陥の発生源を特定する。加えて特定システム 3 2 は、欠陥警告、欠陥発生源を確認するための推奨される試験手順、および問題を修正するための推奨される是正措置を提供する。

【0018】

知的サンプルプランナ 3 4 は分類データとシステムに蓄積された知識を使用して、製造設備の再検査、点検方法、および製造設備の全サンプリング方法を最適化する。

【0019】

上記の概要に留意しながら、図 2～図 4 とを併せてより詳しくシステムの詳細が議論される。図 2 は、本発明による歩留まり向上システムを組み込んだ製造設備の処理フローを説明するものである。図 3 は、IADC に関連するデータフローを説明する。図 4 は、本発明に従って動作する歩留まり制御計画の一実施形態と、サンプル計画工程についてのデータフローを説明するものである。図の複雑さを減らすため、いくつかの図面では 1 つの検査機器 2 2、1 つの再検査機器 2 4、および 1 つの試験機器 2 6 のみが描かれている。しかしながら、任意の製造設備で 1 つ以上の検査機器 2 2、再検査機器 2 4 および/または試験機器 2 6 を備えて良いことは充分認識されるべきである。

【0020】

図 2 を参照すると、ウェハ 4 0 は自動欠陥検査機器 2 2 へ連続的に、および随意的に、破線 4 1 で表されるように光学欠陥再検査機器 2 4 A および SEM 欠陥再検査機器 2 4 B へ供給される。検査および再検査工程の各段階において、機器が欠陥情報を歩留まり向上システム 1 8 に送信する。歩留まり向上システム 1 8 は欠陥データを分類し、それを欠陥データベース 3 0 に格納し、必要に応じて更新された再検査手順を再検査機器 2 4 A と 2 4 B に提供する。

【0021】

検査機器 2 2 は欠陥マップ 4 4 と、任意で、分類属性と分類結果を含んだ検査データを生成する。分類属性は中間レベルデータを参照する。それは、機器検出または画像処理の結果である。機器検出には、たとえば光源と光センサー（たと

えば荷電結合素子)を用いる機器でウェハを解析する工程を含んで良い。これらの結果は、サイズ、場所、形状、色、層上の位置、および検出信号の特徴(たとえば、検出された光の強度と釣り合う機器検出からの信号)などの、属性の集まりとして特徴付けられる。分類結果はクラス識別子である。各自動欠陥分類機器(たとえば22、24Aまたは24B)は、それ自身の特定の識別子セットと関連するクラスのセットを定義する。

【0022】

検査機器22はその欠陥情報をIADC28へ送る。IADCはこの情報を解析し、欠陥の集合、繰り返し欠陥の集合、および重ね合わせ欠陥の集合を割り出す。加えて、IADCは欠陥に対する空間記号解析を計算する。

【0023】

欠陥分類データを使って、IADC28は欠陥レベルに対する制御制限、欠陥分布、およびその他の基準に基づき、警報と警告を生成する。加えてIADCは、光学再検査ステーション24A、SEM再検査ステーション24Bあるいは必要に応じてその他の再検査機器に対して、再検査計画を生成する。

【0024】

ウェハ40が更に調査の必要な欠陥を含む場合、ウェハ40は光学欠陥再検査機器24Aへ送られる。再検査機器24Aは、分類された欠陥マップ46、光学画像、および随意的に、光学ベースの自動欠陥分類(図示されない)を生成する。この場合も欠陥分類には、分類属性と分類結果が含まれて良い。

【0025】

IADC28はこの情報を処理し、全体的な欠陥分類を得る。このために、IADCはデータベース30に格納されたデータを用いて、データを洗練する。加えてIADCは、IADCが製造設備内の全ての欠陥について生成した全体的分類に適合するよう、入ってくる欠陥情報を再分類する。最後に、IADCは欠陥に信頼性レベルを割り当て、この情報を欠陥と共に欠陥データベース30に格納する。

【0026】

一実施形態において欠陥は、類似の空間記号解析結果と類似のオンザフライ自

動欠陥分類結果に基づき、全体的な分類体系に分類される。加えて、画像は欠陥分類体系を通じて欠陥データと関連付けられる。いずれにしても、欠陥は製造設備オペレータに、単一の様な欠陥クラスのセットとして与えられる。

【0027】

上述のように、欠陥分類に基づいてIADCが警報と警告を生成する。さらに、必要な場合にはIADCはSEM再検査計画を生成する。

【0028】

SEM再検査が必要な場合、ウェハ40はSEM欠陥再検査機器24Bへと送られる。再検査機器24Bは、再分類された欠陥マップ（図示されない）と、SEM欠陥画像、および任意に、SEMベースの自動欠陥分類と、必要であればEDXなどの複合データを生成する。

【0029】

IADC28はSEM情報を処理してさらに洗練し、欠陥情報を全体化して新しい信頼性レベルを結果に割り当てる。最後に、IADCは警報と警告を生成し、必要であれば分類された欠陥マップをデータベース30に格納する。

【0030】

図3は、IADC28の基本的な動作を説明している。簡単に言うと、IADC28は検査機器22と再検査機器24A、24Bから欠陥データを受け取る。ブロック50、52、54で、IADC28は欠陥データおよびウェハ欠陥の空間記号解析56からのデータに基づいて欠陥を分類する。IADCは欠陥に関する全てのデータをデータベース30に格納する。これにより、欠陥データは後の分類検索58、60ですぐに利用できる。さらに、ブロック62と64により表わされるように、IADC28は受け取った欠陥データに基づいて、欠陥分類と欠陥発生源データを頻繁に洗練する「学習」能力を備えている。上述のように、欠陥発生源特定システム32は欠陥データを使用して、欠陥の発生源を特定し是正措置を開始する。

【0031】

次に図3の詳細について考えると、IADC28は局所の自動欠陥分類（ADC）機器すべてからの欠陥データを、並べて整理統合し、一様な分類を作成する

【0032】

図3に描かれた各ADC機器は、検出された欠陥を解析し欠陥属性データを生成する。たとえば、最初に検査ベースのADC機器22を参照すると、機器22はウェハを検査し検出された欠陥を分類する。可能である場合（たとえば「ORBOT WF 7xx」シリーズの装置を使用している場合）、機器22はオンザフライの自動欠陥分類を行なう。機器22はその後、局所の自動欠陥分類の属性データ（たとえば散光の強度など）を線66で表わされるようにIADC28へ送る。ブロック50で表わすように、IADCは機器からの属性データ（線68）を、空間記号解析情報（線70）およびADC学習システム64（線65を通る）からのデータと共に処理し、統合された属性分類を生成する。空間記号解析情報70は、ウェハ全体にわたり分布する欠陥の帯域解析を記述する従来のアルゴリズムセットで構成される。ADC学習システム64については、以下でより詳細に述べる。

【0033】

図3に描かれる各ADC機器もまた、属性データを処理して、上述のように局所の機器特定クラスに欠陥を分類する。再び検査ベースのADC機器22を参照すると、機器22は線72に表わすように、局所の自動欠陥分類結果（たとえば分類された欠陥マップ）をIADC28へ提供する。IADC28は機器からの（線74）クラスデータと、統合された属性（線76）を使用して、全体化分類52を生成する。この段階で、製造設備からのさまざまなクラス識別子が、一様な全体的クラスのセットに翻訳される。

【0034】

IADC28は、欠陥に関する全ての分類パラメータをデータベース30に格納する。具体的には、IADCは洗練された分類データ（線78）と統合された属性分類情報（線80）を、欠陥知識データベース30へ格納する。これには、データベース30の知識ベースの検索の間にアクセスできる、自動欠陥分類属性データ（ブロック60）を含む。

【0035】

IADC28は、欠陥画像と複合データ（線82）もデータベース30に格納する。この情報は光学機器24AとSEM機器24Bから端を発し、加工されない画像と材料特定データ（線84）の形をとる。通常IADCは以下に記述するように、欠陥データベース30の知識ベースの検索58の間、この情報を使用する。

【0036】

分類処理の間、IADC28は全体的分類（線86）と統合された属性分類（線87）を洗練、補正して、改善された分類結果（ブロック54）を提供する。異なる局所分類からのデータを組み合わせることにより、IADCは局所分類よりも正確な分類を提供することができる。

【0037】

分類の洗練操作はいくつかの形をとり得る。たとえば、IADC28は特定の欠陥分類（たとえば検査ベースのADC22や光学再検査ADC24A）の結果と空間欠陥分布分類（たとえば空間記号解析56）の結果を組み合わせ、分類を洗練しその確度を向上し得る。

【0038】

全体的分類を提供する一例は、重み係数と確率係数を使用することによる。すなわち、各機器は信頼性データの分類とレベルをIADC28へ送る。対立が生じた場合、IADC28は信頼性レベルを各機器の分類に加え、最終的な決定に達する。このように、機器1と機器2、分類 X_1 と X_2 、および信頼性レベル P_1 と P_2 に対し、IADC28は $P_1(X_1) + P_2(X_2) \rightarrow X_G$ を実行することができる。ここで、 X_G の分類はルックアップテーブルから、もしくは閾値を使用することによって決定できる。

【0039】

各機器に割り当てられた重み、たとえば W_1 と W_2 を使用して、IADC28は特定の機器に対して優先的な処置を与えることができる（たとえば、高速走査検査機器よりも、高感度再検査機器に高い重みが与えられる）。このように、IADC28は $W_1P_1(X_1) + W_2P_2(X_2) = X_G$ を実行することができる。重みは機器に特有のものにすることができ、欠陥クラスについて個別化できる。シス

テムが特定の（以前に正確な分類、および不正確な分類を使用したときの）処理ラインに対する機器の感度を学習するので、重みをそれに応じて調整することができる。特定の機器およびクラスについて、重みをゼロとしてその機器により提供される分類を無視できることは、十分に理解されるべきである。同様の方法で、製造設備の頻度を考慮に入れることが可能である。

【0040】

IADC28は、図2に描かれる分類鎖に統合される。この場合、分類は鎖の各段階の後で洗練される。すなわち分類は、検査ベースのADC22の後に洗練され、光学再検査ADC24A後にまた洗練され、SEM ADC24Bの後で再び洗練される。

【0041】

さらに、IADC28は上述の鎖を、過去の欠陥結果と空間記号解析のすべてを組み合わせる学習システムに統合できる。知識ベースの分類（1つ以上のクラス識別子と関連データ）結果は、改善されたADCコンポーネント62によって処理される（線88）。これによりコンポーネント62は分類履歴を生成し、分類履歴には元の入力データ（分類属性）、元の分類データ、中間洗練データおよび最終分類データが含まれる。

【0042】

分類履歴データはADC学習システム64によって使用され（線90）、信頼性レベルと後のADC結果に対する重みを割り当て、および洗練し、またより高速かつ正確な分類のための統合ADC操作を最適化する。このように、学習システム64は以前の欠陥からの情報を使用して、欠陥の分類と割り当てを頻繁にこれら分類に洗練する。

【0043】

分類処理は以下の例によってより良く理解されるであろう。まず、IADC28が欠陥情報をADC機器の一つから受け取る。欠陥は、たとえばウェハ表面上の、特定の大きさと形状を持つ異質粒子である。この例では、受け取った欠陥情報は、始めはADC機器がこの欠陥タイプに割り当てる局所のクラス番号（たとえば番号25）を含んでいるだけである。好ましくは、欠陥情報は検査機器によ

って決定される信頼性レベルも含む。

【0044】

次の処理工程は、報告された信頼性レベル、またはIADCが局所欠陥分類に割り当てた信頼性レベルによって決まる。たとえば、ADC機器が正確に欠陥のクラスを特定するような高い信頼性レベルがあるときは、IADCは局所クラスを単純に全体的クラスに翻訳する。任意の局所クラスに対する高い信頼性レベルは、他のADC処理によってこの欠陥に割り当てられる、他クラスの信頼性レベルに関連して、高い信頼性値で示される（たとえば90%対10%）。

【0045】

この、特定の局所クラスの全体的クラスへの翻訳があらかじめ定義されている場合、翻訳処理はクラス番号を変更する工程を伴うだけである。しかし翻訳があらかじめ定義されていない場合、IADCは存在する全体的クラスにクラスを適合させるか、あるいはこの欠陥タイプのために新しい全体的クラスを生成しなくてはならない。

【0046】

信頼性レベルが特に高くない場合には、IADC28は適切な全体的クラスを計算するために追加工程を実行する。これはたとえば、2つのADC機器が欠陥に異なるクラスを割り当て、各クラスがほぼ等しい信頼性レベルを持つような場合である。

【0047】

この場合、IADC28は欠陥属性（たとえば強度レベルなどの検出属性や、例えば大きさが0.1 μm より小さいかどうか、形状がたとえばほぼ円形の粒子であるかどうか、などの欠陥属性）を、ADC機器から要請し、対応する欠陥属性50および／または欠陥に関連する空間記号解析情報56に基づいてクラスを割り当てる。これにはたとえば、欠陥属性と、全体的クラスに関係する属性とを比較する工程を伴う。

【0048】

さらに、IADC28は、最初の信頼性レベルをこのクラスに割り当てる。本発明によれば、IADCは過去の経験的データをアルゴリズム的手法に結合する

ことにより、信頼性レベルを割り当て得る。たとえば信頼性レベルは、クラス属性と欠陥に関する属性の間の適合（たとえば大きさ、形、密度に対する）の相対的数（たとえば百分率）に基づく。クラスおよび／または信頼性レベルはこの後、続くADC処理により洗練される。

【0049】

2つのADC機器（たとえば22あるいは24）が、対立する分類データを提供する場合は、ADC機器を制御して製造設備の検査工程および再検査工程を向上するために、ADC学習システム64が用いられる場合を例証する。ADC機器には、可変の欠陥閾値または決定基準を持つものがある。たとえば、ADC機器は特定の強度を超える信号のみが欠陥として報告されるように構成され得る。この場合、適正な分類が決定された後、ADC学習システム64が適切なADC機器にメッセージを送り、それら機器の閾値設定を変更して、後の検査で適正な分類を行なえるようにする。あるいは学習システム64は、製造設備のオペレータにADC機器の閾値を変更すべき旨を知らせるメッセージを、表示装置92に送る。

【0050】

信頼性レベルが、これまで議論された工程の後もなお、受容できないほど低い場合には、IADC28はデータベース検索を行なって欠陥を分類するよう試みる。この場合IADCは、属性、記号解析、欠陥マップ、画像データおよびその他の欠陥に関する情報を、データベース30に格納された知識検索情報（たとえば58と60）と比較する。上述のように、選択された全体的クラスと信頼性レベルは、欠陥に関する情報とデータベース30に格納された情報間の適合の相対パーセンテージに基づく。

【0051】

欠陥分類データと、重ね合わせや歩留まり、殺傷率情報などその他の製造設備データを使用して、IADC28は特定の製造ラインについて可能な最善の分類を生成するよう試みる（線94）。この分類は各欠陥に対するクラス識別子を含み得、クラス特定が不確定の場合は潜在的な代替クラスを含み得る。加えて、IADCは通常分類の各々に対し信頼性レベルを生成する。

【0052】

ここで説明されているように、データベース30の使用により、歩留まり管理システム18の様々な処理を組み入れる有利な方法が提供されることは理解されるべきである。データベース30は、欠陥分類処理、欠陥分類洗練処理および欠陥発生源特定処理で使用する情報を格納する。

【0053】

簡単に言うと、データベース30は、欠陥属性、空間記号、局所および全体的クラス、信頼性レベル、欠陥密度、イベントの説明文、ウェハマップおよび画像を含む、すべての欠陥データを格納している。データベース30はまた、製造特有データも格納して良い。たとえばエッチングチャンバの製造では、チャンバ内の腐食によって生じる欠陥に関する特有のデータを提供し得る。このようなデータが、特定の欠陥を生じる特定のチャンバを指摘する際に役立つ。

【0054】

すべての分類データをデータベース30に格納することにより、歩留まり技術者はこのデータにアクセスして、特定の分類がどのように割り当てられていたかを確定することができる。さらに、歩留まり技術者は手動で分類を行ない、それによりシステムに、特定のパラメータを特定のクラスに結びつけるよう、手動で“教え込む”ことができる。それによって、特定の製造設備や用途に対する分類結果をカスタマイズしたり向上させることができる。この手順および同様の手順は、後日システムや製造設備の技術者がクラスを他の欠陥に割り当てるために使用され得る。たとえば歩留まり向上システムは、同様の手順に従って、自動欠陥分類を行なうようプログラムされ得る。

【0055】

IADC28はまた、データベース30の情報をを使用して、現行基準でアルゴリズム的分类を確認する。これにより、時間が経つとアルゴリズム的分类の確度が向上し、誤った分類や無益な分類をする機会が減る。さらに、データベース30は最初は欠陥情報なしで構成され得ることは充分理解されるべきである。この場合、歩留まり向上システム18は、システムが製造設備から欠陥情報を必要とするときにデータベースに欠陥情報を加えることができる。および/または、オ

ペレータは欠陥を潜在的発生源と関連付ける情報、または製造設備からデータを受け取ったときに、欠陥と製造特有のデータとを関連付ける情報を入力し得る。

【0056】

入力としての製造設備の歩留まりデータを考えると、IADC28は歩留まり結果を特定の欠陥および欠陥クラスに関連付けることができる。その結果、IADCは致命的欠陥の特定を洗練させ得る。このことは言い換えれば、歩留まり技術者は、パーセンテージの多くを占める厄介な欠陥や余計な欠陥を無視しながら、致命的な欠陥を回避することに集中できる。

【0057】

欠陥発生源特定システム32を参照すると、特定システム32はIADCからの情報（線94）とデータベース30を使用して、任意の欠陥やクラスに対する潜在的発生源を特定する。とくに、特定システム32はデータベース30に格納された欠陥発生源情報を使用し得る。この情報は通常、機械「x」が問題「y」を持ち、これがクラス「z」の欠陥として現れるであろう、という形をとる。このような情報は表示装置92上に表示される。

【0058】

欠陥発生源特定システム32はまた、もっと複雑な欠陥の根本原因の解析も行う。たとえば特定システム32は、検査機器22および再検査機器24により特定される特定の欠陥および欠陥クラス、局所および全体的分類データ、IADC28およびデータベース30からの関連する発生源情報を使って、欠陥発生源を特定し得る。たとえば、不足しているかまたは余分な信号経路パターンに当たるクラスは、フォトレジスト工程の問題に関連し得る。これより、この問題の発生源はエッチング工程前の異質粒子の導入であり得る。あるいは、埋め込まれた粒子が堆積工程の前に問題を示すかもしれない。これらの問題は言い換えれば、製造特有のデータが使用可能の場合は特に、製造設備の特定の装置に原因を遡り得る。

【0059】

特定システム32への他の入力には、処理作業中（WIP）データ、製造設備ホストシステム20からの歩留まりデータ、および歩留まり向上システムによっ

て計算される蓄積された統計確率データが含まれる。

【0060】

欠陥発生源特定システム32はまた、製造設備によって構成されるクラス識別子に関連した自動の警報と警告を発生する。特に、歩留まり向上システム18は、従来の全体密度モニタリングではなく、クラス密度モニタリングを提供できる。以前の高い欠陥事象はクラスごとに格納されるので、歩留まり向上システム18は特定クラスに対する閾値に基づいて警報を発生することができる。これは多くの従来システムが欠陥の集合に対する閾値に基づき警報を発生するのとは対称的である。その結果、本発明に従って構成される歩留まり向上システムを用いて、歩留まり技術者は、そうでなければ欠陥の集合に関して顕著とならない（従って特定の比較的困難な）任意のクラスにおいて、発現中の暴走を容易に特定することが可能である。

【0061】

欠陥発生源特定システム32は、欠陥の発生源特定を確認する推奨された試験手順を生成し得る。たとえば特定システム32は、処理機器の任意の副処理（たとえば任意のエッチング段階における誤った温度）を、可能性のある欠陥発生源として特定する。その処理機器（たとえばエッチング装置）がその副処理に対して内蔵の自己テストを有する場合は、特定システム32は自動的に処理機器にメッセージを送り（エッチング装置番号を確認するWIPデータを使用）、処理機器に自己テストを行なわせるよう要求する。さらに、特定システム32はまた、試験結果を特定システムへ送り戻すよう、処理機器に要請する。これは、たとえば処理機器や機器96に適切なメッセージを送ることによってなされる。その副処理が失敗している場合（たとえば、温度が正しくない）、特定システム32はその副処理が欠陥の発生源であるという信頼性レベルを、適切に増やす。

【0062】

欠陥発生源特定システム32は、問題を解決するための補正手順を開始する。前例では、エッチング装置は、適切な命令を送ることで遠隔装置に温度を調整させるインターフェースを有して良い。この場合、特定システム32は自己テストが失敗した場合にこの命令を送るよう構成される。あるいは特定システムは、製

造設備の技術者にパラメータ「x」（たとえば温度）を確認するよう知らせるメッセージを機械「y」の（たとえばエッチング装置番号4）表示装置92に表示するよう構成される。

【0063】

図4は本発明の一実施形態における、歩留まり制御計画およびサンプル計画の操作を説明したものである。歩留まりモデリングおよび計画コンポーネント108は、歩留まり制御および方法計画110を生成する。通常、製造設備が、性能シミュレーションモデリングおよび製造設備内に導入された装置の相互作用に基づき設置されるときに、最初の計画が立てられる。本発明によれば、知的サンプルプランナ34が、製造設備装置からのWIPデータや実際のウェハ歩留まりデータ、および上述のADCデータなどのインライン情報に基づいて、頻繁に歩留まり制御計画を洗練する（たとえば、ウェハ点検や再点検計画）。

【0064】

歩留まり制御計画コンポーネント108では、設計ベースの歩留まりモデリングが、数学的モデリングや、各層やチップの特定領域に歩留まり感度係数の予測を生成する（線112）シミュレーションアルゴリズムを組み込む。予測はまた、潜在的な致命的欠陥の大きさ、分布および量についても生成される。処理機器ベースの歩留まりモデリングは、履歴データと統計分析、および処理機器のセットに対して欠陥予測を生成する（線114）予測を用いる。

【0065】

この情報と処理相互作用モデリングの結果から（線116）、モデリングおよび計画コンポーネント108は全ラインおよび特定の生産モジュールに対して（線118と120）歩留まり予測を生成する。加えて、コンポーネント108は生産設備における各処理モジュールと各処理機器に対する歩留まり閾値を生成する（線122）。最後に、歩留まり制御コンポーネント110が全生産ラインに対して歩留まり制御計画を生成する（線124）。この計画はどの機器が生産設備に使用されるかを定義し、機器をどのように設置するか、またどのように使用するかを定義する。さらに計画はどのウェハが検査されるべきかを特定する。

【0066】

サンプルプランナ 3 4 は、上に議論したインライン欠陥分類データやシステム内に蓄積されたその他の知識を使用して、歩留まり制御計画の効率を上げる。歩留まり制御計画を頻繁に洗練することにより、サンプルプランナ 3 4 は歩留まり技術者が、より効率的に、致命的欠陥や重大な欠陥に集中できるようにする。その結果、歩留まり技術者が各ウェハの欠陥を再調査するのに費やす時間を減らし、また製造設備のウェハ処理をセットアップする際、無駄になる試験ウェハの枚数を減らす。

【0067】

サンプルプランナ 3 4 は、歩留まり制御計画と最初の計画ルールの改善されたセットを用いて（線 1 2 8）、予備的検査および再検査計画を生成する（線 1 2 6）。最初のサンプル計画は、効率的な見積もりを使用して最適化され（線 1 3 0）、ウェハ検査計画（線 1 3 2；たとえばどのウェハを検査するか、いつどのようにに検査するか）、光学再検査計画（線 1 3 4）、および SEM 再検査計画（線 1 3 6）を作成する。

【0068】

上述の情報を使用して、サンプルプランナは特定の層検査のために調整され最適化された検査手段を生成する。サンプルプランナは（再度訪れた）検査機器、および／または再検査機器によって、最適化された ADC を提供する。サンプルプランナはまた、再検査機器のために最適化されたサンプリング計画を提供する。

【0069】

サンプルプランナは、どのタイプの欠陥がさらなる再検査の根拠となるのか、またどのタイプの欠陥が再検査工程中に飛ばされるのかを「学習」するためにプログラムされて良い。たとえば、ウェハ上の特定位置に 100 個の粒子がある場合、再検査機器で再検査の必要があるのはこれら粒子のわずかだけ（たとえば 5 個）であり得る。これは、100 個すべての欠陥は類似の粒子であることを示す、検査機器により提供される欠陥情報に、比較的高い信頼性レベルがある場合である。この高い信頼性レベルはたとえば、以前の類似の欠陥の発生に起因する。従って、一度システムが調整され、検査機器の信頼性があがると、この情報がサ

ンプリング計画にプログラムされ、それによって再検査機器は自動的に、100個の欠陥のうち5個だけを再検査する。

【0070】

図1～3と共に上に議論したように、検査および再検査情報は、その後歩留まり向上システム18にフィードバックされる（線138）。フィードバックされた情報は、効率評価のため、検査計画および再検査計画への改善案を生み出すため、および元の検査計画の効率評価のために使用される（線140）。これらの改善は、検査および再検査の直接の結果（重大な欠陥）と、実際の歩留まりに対する欠陥の相関関係履歴（試験データ）とに基づく。

【0071】

効率評価器への入力は、製造設備ホストから得られる層データおよび処理機器データを含む（線142）。これはたとえば、測定学データおよび処理機器の状態などの処理機器データを含む。入力にはまた、過去の実際の歩留まりデータとの相関関係に基づく、致命的欠陥の特定情報をも含む（線144）。さらに、欠陥分類情報（線146）と、空間記号解析から得られるウェハ上の欠陥分布についての情報（線148）もまた、歩留まり改善システム18に送り込まれる。

【0072】

以上から、サンプルプランナは層情報および機器情報を使用して、検査および再検査時間を削減し、検査結果を向上させることが分かる。これによって、製造設備における試験ウェハの消費が減り、生産材料のためのスルーput時間と、検査／再検査／測定学機器への資本支出が削減され、製造設備の床面積が節約される。

【0073】

自動歩留まり向上システムは、歩留まり暴走の発生源特定時間を短くし、新しい欠陥を学習する時間を短くし、ウェハ検査および再検査機器の生産性を、これらの使用を最適化することによって向上する。これらの目標は、数タイプの製造設備のデータを統合し、新しいソフトウェアアルゴリズムを利用して、製造設備の歩留まりをモニターおよび制御するための決定工程を自動化および高速化する、改善されたデータ管理を通して実現される。システムは学習システムであり、

自動モードと手動モードの両方でデータを蓄積し、蓄積されたデータに基づいて自動決定の確度を向上する。検査機器および再検査機器の生産性もまた、サンプリング計画モジュールによって改善される。このモジュールは、統合されたデータを使用して機器使用のために改善された計画を提供する。

【0074】

システムは、歩留まり改善システム全部として製造設備全体に配置される。あるいは、特定の処理、特定の検査機器および計測学機器のグループに、歩留まり制御を提供するため、製造設備の特定の領域に配置されても良い。たとえば、完全自動化システム（生産セル、短いループ制御）においては、妥当性確認および是正措置が、自動的に、処理機器へ通信され、それによって自動的なサービスルーチンの実行が促される。この実施形態では、システムは処理機器製造業者によって提供されるサービスルーチンを用い、これらを自動的に起動する通信規約に準拠している。

【0075】

欠陥知識データベースは、欠陥分類とは関係なく、またはそれに加えて、欠陥発生源特定のために使用できることは十分理解されるべきである。従って、たとえば検査機器22（図1）は欠陥マップを自動歩留まり向上システム18に送ることができる。そして、いくつかの欠陥、またはすべての欠陥は（たとえば、知的サンプリング計画34の出力に依存する）、光学再検査機器および／またはSEM再検査機器（図2の24A、24B）で再検査される。さらに、粒子が見つかった場合、たとえばOpal9300などのSEM再検査ステーションをEDXモードで用いて、材料(EDX)の分析を行なうことができる。

【0076】

欠陥知識データベースは、製造業者に特有な以前の分析結果などの欠陥情報を含むため、光学画像および／またはSEM画像、およびEDX結果を用いて適合のための検索を行なうことができる。多くの場合、良い適合ができれば、それ以上の処理を未然に防ぎ、欠陥発生源と提案される是正措置を直接示すことができる。たとえば、粒子は異なる発生源の、処理チャンパの異なる部分から来る可能性がある。粒子や特有の組成が特定されると、それらは欠陥知識データベースへ

格納される。特有の是正措置を用いて粒子の発生源が取り除かれると、その是正措置もまた粒子情報と結びつけて格納される。そして、材料組成の照合を用いて適切なチャンバが特定され、格納された是正措置が問題に対する予想される解決として提供される。

【0077】

従って、たとえば特有な組成の粒子がエッチング装置のドームからもたらされており、プラズマクリーニングで問題が解決することが分かると、そのデータは欠陥知識データベースに格納することができる。そして、粒子問題の調査の際に、粒子がデータベースに格納されたのと同じ組成であることをEDXが明らかにすると、システムはエッチング装置のドームでプラズマクリーニングを実施することを提案する。このように、提案された是正措置は、過剰な処理を行なう必要を避けながら非常に速く届く。言うまでもなくシステムは、上述のような分類とその他の処理を同時に行ない得る。

【0078】

以上から、本発明によって構成されたシステムは半導体製造の改善をもたらすことが分かる。本発明のいくつかの特定な実施形態は典型として開示されるもので、本発明はこれら特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ添付の請求の範囲内にあるすべての変形例に広く適用可能である。本発明に係る当業者には、多くの変更や適合が生じるであろう。たとえば、様々な方法分類体系や方法が、本発明の教示する実施形態の中で使用され得る。また、欠陥発生源を特定する様々な方法が使用され得る。さらに、本発明の学習の局面は、多くの方法で実施され得る。従って、上述で詳細に議論した特定の構造や方法は、単に本発明のいくつかの特定の実施形態の例示に過ぎない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に従って構成された歩留まり向上システムを含む製造設備の一実施形態のブロック図である。

【図2】

本発明に従って構成された歩留まり向上システムの一実施形態に関する製造設

備の処理フローのブロック図である。

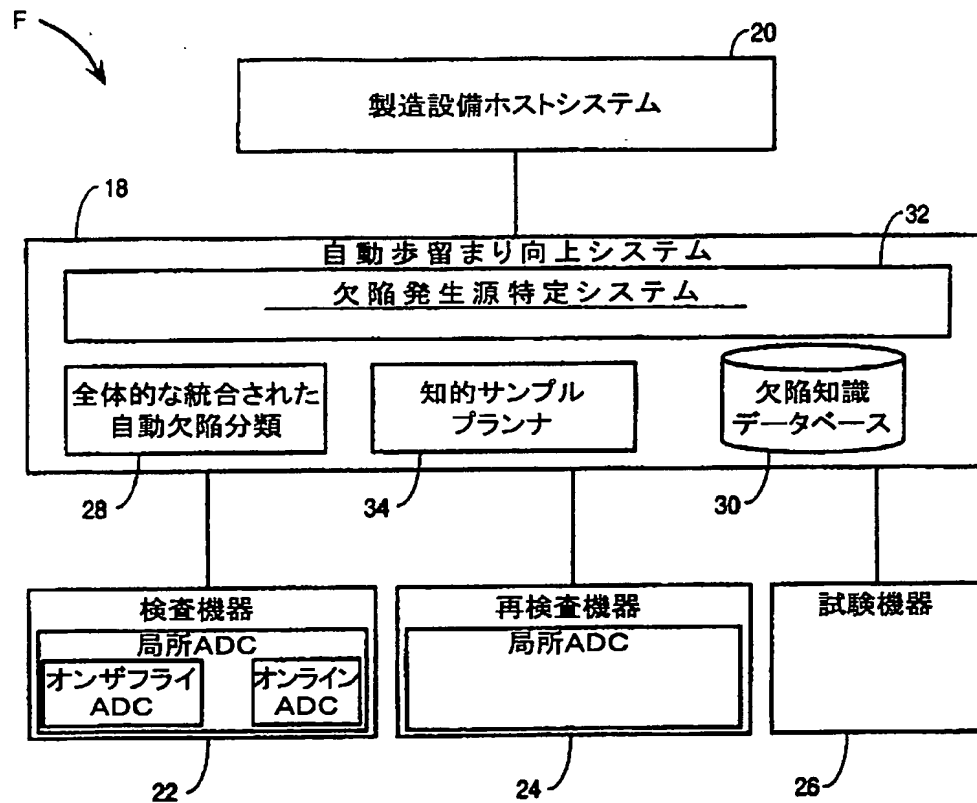
【図3】

本発明に従って構成された歩留まり向上システムの一実施形態における欠陥処理操作を説明するフローチャートである。

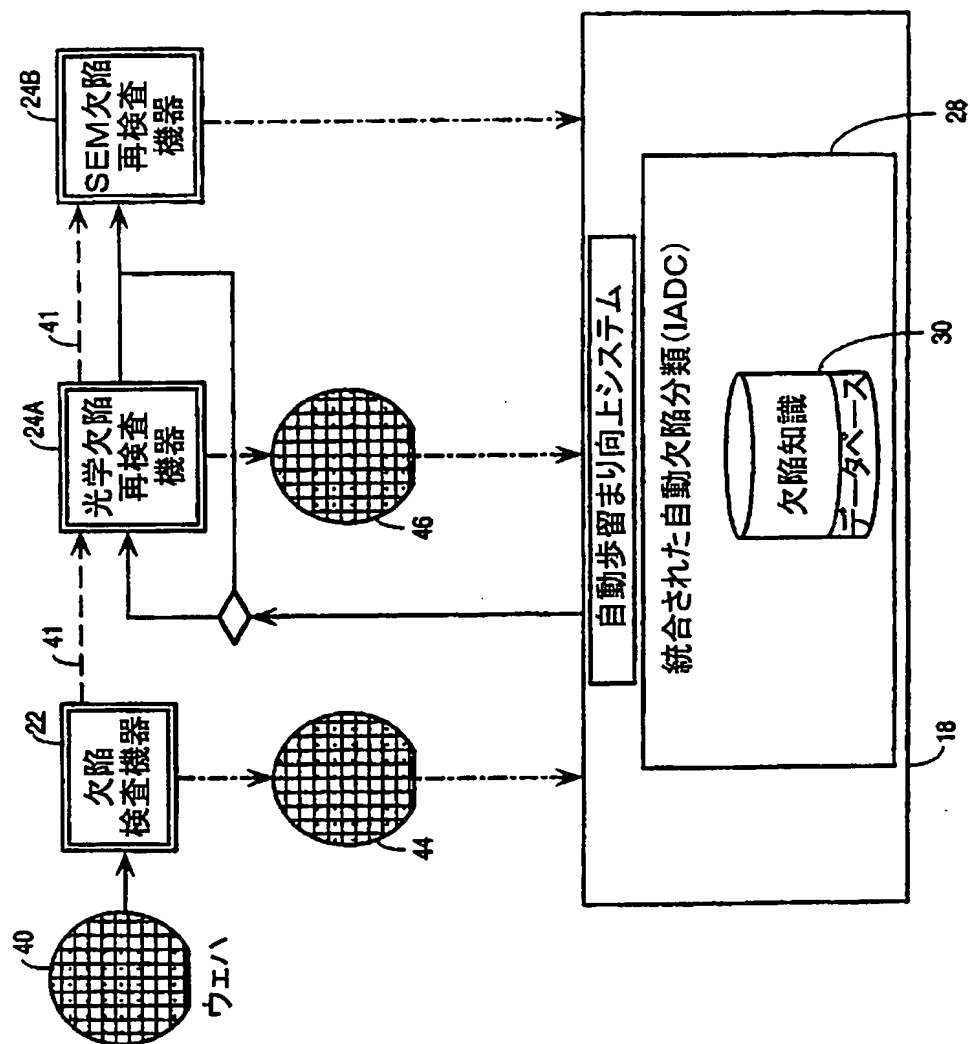
【図4】

本発明に従って構成された歩留まり向上システムの一実施形態における再検査計画の洗練工程を説明するフローチャートである。

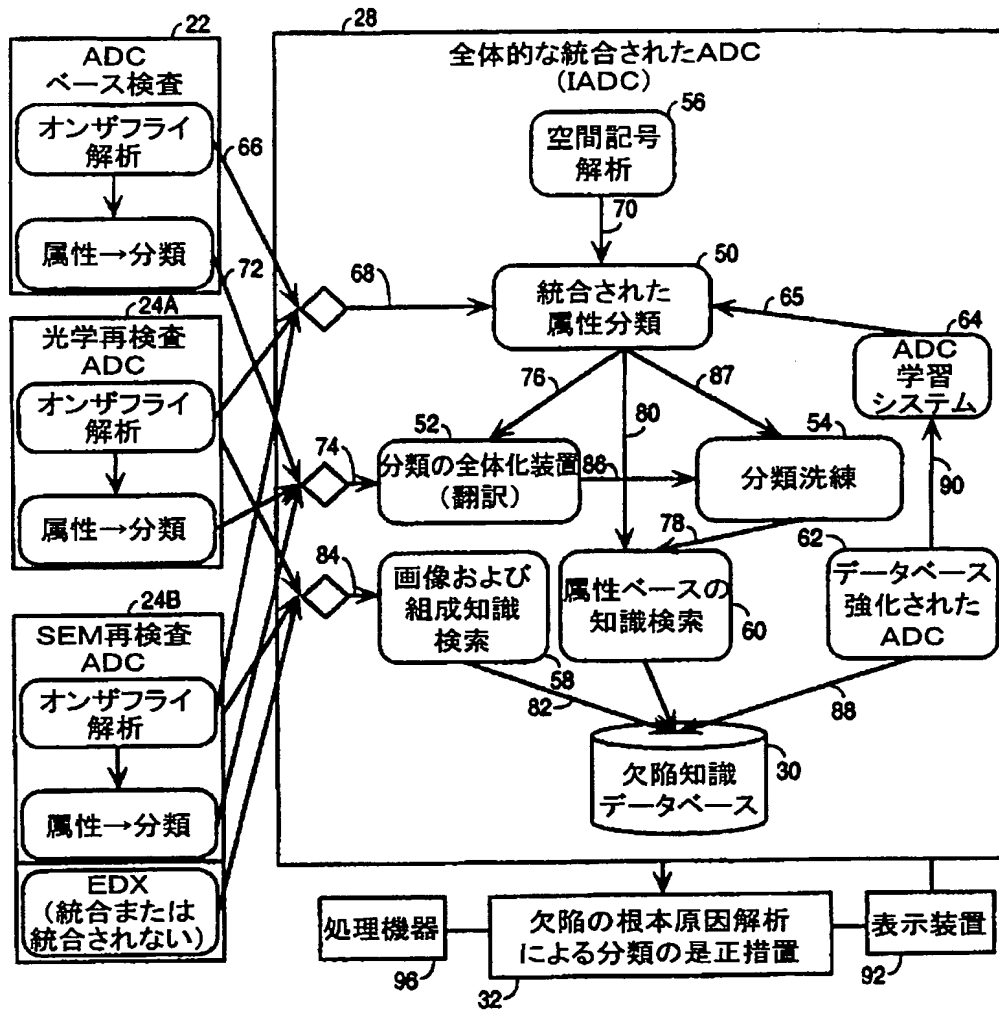
【図1】



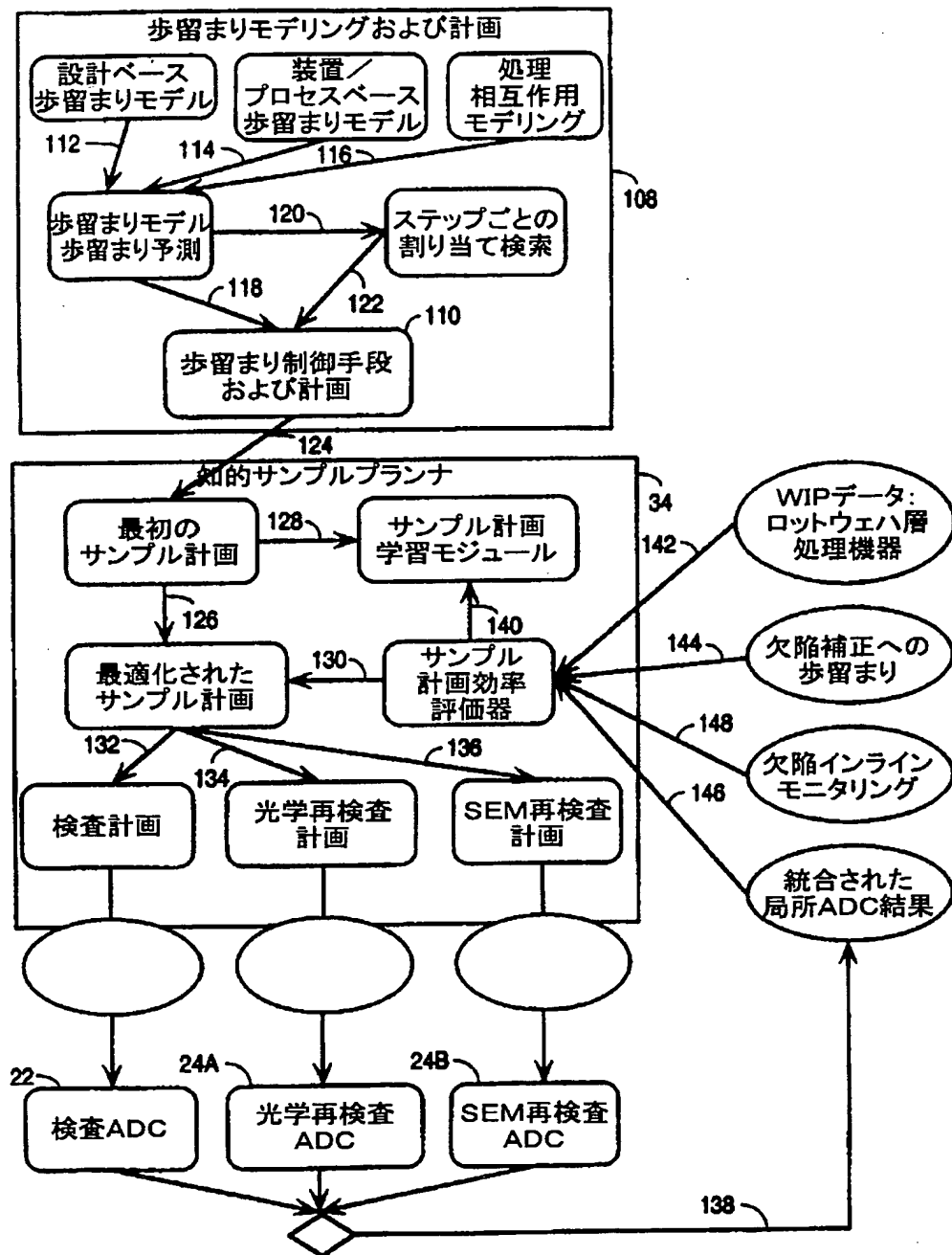
【図2】



【図3】



【図4】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/US 99/09933		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01L21/66		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 41 414 A (KTI SEMICONDUCTOR LTD ; TEXAS INSTRUMENTS JAPAN (JP); KOBE STEEL LT) 10 April 1997 (1997-04-10) column 1, line 1 - line 30 column 8, line 59 - line 65	1-3, 6, 7, 10, 11, 16, 17
X	EP 0 783 170 A (SIEMENS AG) 9 July 1997 (1997-07-09) column 8, line 14 - column 9, line 3	1-3, 5-7, 10-12, 16, 17
A	US 5 539 752 A (BEREZIN ALAN ET AL) 23 July 1996 (1996-07-23) column 1, line 1 - line 56 -/-	8, 9, 13-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 9 August 1999		Date of mailing of the international search report 17/08/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 apo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer: Prohaska, G

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1997)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No

PCT/US 99/09933

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 910 123 A (HITACHI INSTRUMENTS ENG ;HITACHI LTD (JP)) 21 April 1999 (1999-04-21) the whole document & WO 97 35337 A (...) 25 September 1997 (1997-09-25) -----	8,9, 13-15
P,A	US 5 777 901 A (BEREZIN ALAN ET AL) 7 July 1998 (1998-07-07) the whole document -----	1-17

1

Form PCT/ISA210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. nat. Application No.
PCT/US 99/09933

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19641414 A	10-04-1997	JP 9186208 A	15-07-1997
EP 0783170 A	09-07-1997	CA 2194341 A JP 9270012 A	05-07-1997 14-10-1997
US 5539752 A	23-07-1996	NONE	
EP 0910123 A	21-04-1999	WO 9735337 A	25-09-1997
US 5777901 A	07-07-1998	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(72)発明者 マイモン, アモーツ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州,
クパティノ, パークウッド ドライヴ
10160 ナンバー 8

(72)発明者 ヤロン, ギャッド
イスラエル, 93704 イエルサレム,
ナヨット 40

Fターム(参考) 4M106 AA01 DA15 DH49 DH60 DJ18
DJ20 DJ21